

Нефть может относительно безопасно транспортироваться с экологической точки зрения в пределах суши (континентов). Транспорт нефти по морям и океанам представляет существенную угрозу глобальной экологической ситуации, особенно вблизи или при пересечении океанских течений.

*Библиографический список*

1. Кожуховский И.С. Перспективы развития угольной энергетики России до 2030 г. // Электрические станции. 2012. № 8. С. 2-8.
2. Габриэлянц Г. А. Геология нефтяных и газовых месторождений. М.: Недра, 2003. 285 с.
3. Радзевич Н.Н., Пашканг К.В. Охрана и преобразование природы. М.: Просвещение, 2001. С. 83.
4. Питерс А. Разливы нефти и окружающая среда // Экология. 2006. № 4. С. 11.
5. Медведев Д.Б., Картавцев С.В. Имманентная оценка нефти как первичного энергоресурса // Энергетики и металлурги – настоящему и будущему России. Магнитогорск: МГТУ, 2010. С. 162-165.

**СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПЕНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СВЕРХУДАЛЕННЫХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК  
С СУЩЕСТВЕННОЙ ВЕЛИЧИНОЙ ПРОЧЕЙ НАГРУЗКИ**

*Хохлов Ю.И., Лонзингер П.В.  
Южно-Уральский государственный университет  
URAH\_44@mail.ru, lpw91@mail.ru*

Нефте- и газодобывающая отрасли являются важнейшими для экономики России. Особенностью технологического процесса предприятий нефтегазодобывающего комплекса является необходимость освоения месторождений в труднодоступных местах, удаленных от баз обслуживания на многие километры. Это накладывает определенные требования к системам электроснабжения (СЭС) буровых установок (БУ). Специалисты предприятий нефтегазодобывающего комплекса предъявляют следующие требования к СЭС БУ: снижение потерь электрической энергии, обеспечение требуемого уровня и качества напряжения на входе работающей БУ, ограничение напряжения на входе БУ в режиме ее холостого хода.

В [1] рассмотрена система электроснабжения на основе частотно-регулируемого электрического привода переменного тока. В упомянутой СЭС на асинхронные двигатели БУ переменное напряжение регулируемой частоты подается от индивидуальных автономных инверторов и общего двенадцатифазного неуправляемого выпрямительного агрегата. Выпрямительный агрегат получает питание от подстанции 35/6 кВ по воздушной ЛЭП значительной протяженности. Питание БУ по таким ЛЭП приводит к значительному снижению напряжения на удаленных БУ. Кроме того, это приводит к переходу двенадцатифазного некомпенсированного выпрямительного агрегата в глубокий режим, что сопровождается значительным потреблением реактивной мощности, повышению несинусоидальности напряжения на БУ, снижению величины и качества напряжения на автономных инверторах. В результате увеличиваются потери электроэнергии, а на удаленных БУ снижение уровня и качества напряжения

значительно превышает допустимые по ГОСТ 13109-97. Все перечисленное может привести к невозможности бурения на удаленных БУ.

В [2, 3] показано, что вышеперечисленные проблемы могут быть эффективно решены с помощью использования в качестве выпрямительного агрегата двенадцатифазного симметричного компенсированного выпрямителя (СКВ). При этом предлагается работа компенсирующего устройства на повышенной частоте. Для дополнительного снижения несинусоидальности напряжения в конце ЛЭП устанавливается фильтр 11 гармоник минимальной установленной мощности. Данных технических решений достаточно при длине ВЛ до 3-5 км.

При большей длине ЛЭП необходимо принимать дополнительные меры по поддержанию уровня напряжения в конце ВЛ на допустимом уровне. В предлагаемой СЭС это осуществляется с помощью трехфазного трансформаторного компенсирующего устройства. Представленные в [2] результаты моделирования СЭС с перечисленными выше техническими решениями показывают, что при длине ВЛ 12 км требования по компенсации реактивной мощности, а также к напряжению на АИ и напряжению на шинах подстанции 35/6 кВ, удовлетворяются.

Однако реальная практика бурения сталкивается с необходимостью работы БУ при еще больших длинах ЛЭП и при значительной величине прочей нагрузки, подключенной в конце ВЛ. В результате удовлетворить все перечисленные выше требования с помощью вышеназванных технических решений не удастся. В этом случае может быть использована СЭС, представленная на рис. 1.

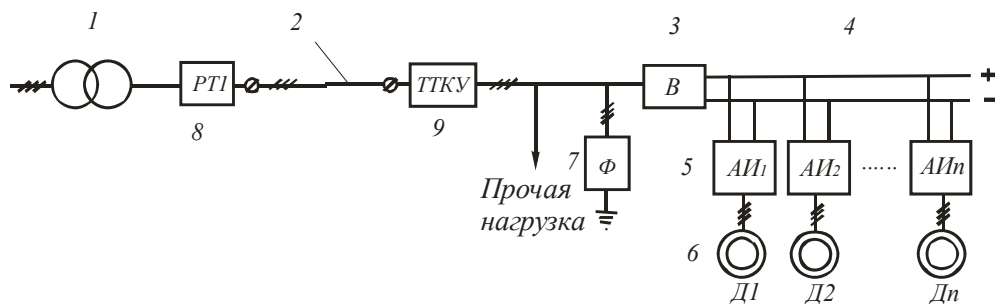


Рис. 1. Принципиальная однолинейная схема компенсированной СЭС, предназначенной для электроснабжения сверхудаленных БУ: 1 – понижающая подстанция 35/6 кВ; 2 – воздушная ЛЭП 6 кВ; 3 – двенадцатифазный диодный выпрямитель; 4 – распределительное устройство постоянного тока; 5 – автономные инверторы напряжения, 6 – асинхронные двигатели механизмов буровой установки; 7 – фильтр 11-й гармоники; 8 – регулировочный трансформатор повышающий; 9 – трехфазное трансформаторное корректирующее устройство (ТТКУ)

В отличие от описанной в [2], в данной СЭС осуществляется снижение тока, протекающего по ЛЭП, за счет включения в начале ВЛ повышающего трансформатора. Компенсация реактивной мощности, обеспечение номинального напряжения на БУ, а также ограничение напряжения в режиме ХХ осуществляется за счет подключения на выходе ВЛ ТТКУ, совмещающего в себе регулировочный понижающий трансформатор и компенсирующее устройство, работающее на частоте питающей сети, что приводит к увеличению его установленной мощности по сравнению с компенсирующим устройством, работающим на частоте 250, 350 Гц.

Ограничение по компенсации реактивной мощности СКВ с компенсирующим устройством, работающим на частоте 250, 350 Гц, связано с появлением режима повторной проводимости клапанов.

Представленные на рис. 2 результаты моделирования описанной СЭС в среде MATLAB подтверждают удовлетворение ею вышеперечисленным требованиям. На рис. 2 временные диаграммы токов изображены жирными линиями, напряжений – тонкими.

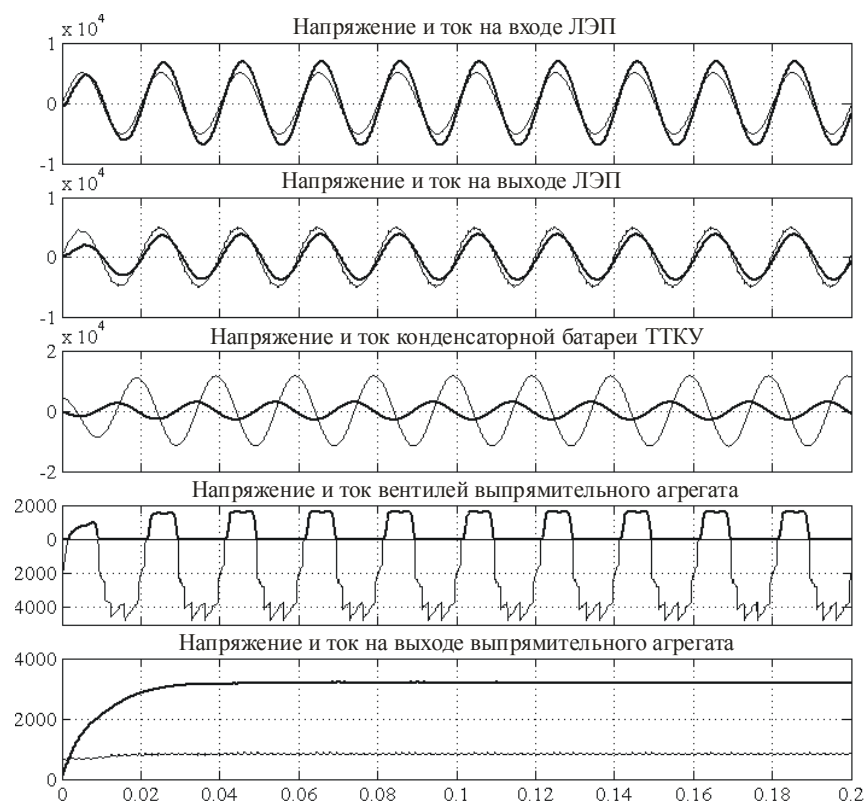


Рис. 2. Результаты моделирования

Дальнейшим усовершенствованием предлагаемой СЭС может быть обеспечение плавности регулирования напряжения в начале и в конце ЛЭП, например, за счет применения преобразователей напряжения на полностью управляемых полупроводниковых ключах.

#### *Библиографический список*

1. Чупин С.А. Современные системы управления механизмами буровых установок российского производства // Энергетика Тюменского региона. 2008. № 1. С. 61–64.
2. Федорова М.Ю., Хохлов Ю.И., Хлопова А.В. Повышение энергоэффективности и разработка дизайна систем электроснабжения удаленных буровых установок нефтегазодобывающего комплекса // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Энергетика. 2012. Вып. 17. № 16. С. 42–46.
3. Патент 2400917 (Российская Федерация). Компенсированная система электроснабжения разночастотных потребителей электрической энергии / Ю.И. Хохлов, М.Ю. Федорова, С.А. Чупин // Бюл. изобр. 2010. № 27.